

Первое направление представляет мероприятия, которые направлены также на повышение эксплуатационной надежности систем транспортирования сточных вод.

1.Абрамович И.А. Новая стратегия проектирования и реконструкции систем транспортирования сточных вод. – Харьков: Основа, 1996. – 316 с.

2.Гончаренко Д.Ф., Коринько И.В. Ремонт и восстановление канализационных сетей и сооружений. – Харьков: Рубикон, 1999. – 368 с.

3.Stein D. Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers/ Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ruhr-University Bochum (RUB), Faculty of Civil Engineering. – Germany, 2001. – 804 p.

4.Юрченко В.А. Применение полимерных материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве // Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города / Коллектив авторов. - Харьков: ХНАГХ, 2004. – С.104-150.

5.Безрук А.Ю. Изучение состава газовых выбросов от шахт канализационных коллекторов // Сборник докладов международного конгресса ЭТЭВК. – 1999. – С.111-112.

6.Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: В 2-х т. Т.2 / Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. – К.: Наук. думка, 1980. – С.681-1206.

7.Методы общей бактериологии: В 3-х т. Т.1. / Под ред. Ф.Герхарда. – М.: Мир, 1982. – 536 с.

*Получено 03.11.2006*

УДК 628.1 (075.8)

С.С.ДУШКИН, д-р техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ОСОБЕННОСТИ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ**

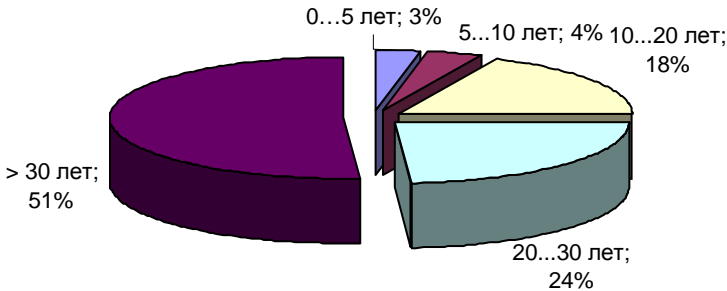
Рассматриваются зависимость аварийности сети от срока эксплуатации, а также законы Кирхгофа, которые применяются при расчете потокораспределения в сетях водоснабжения.

В кольцевой водопроводной сети заданной конфигурации и при известных отборах в узлах назначается предварительное распределение расходов по линиям, удовлетворяющее требованиям в отношении обеспечения расходов. Для удовлетворения этого распределения на основе технико-экономического расчета можно найти диаметры труб. Дальнейшие расчеты связаны с проведением гидравлических расчетов сети (для различных режимов водопотребления) по определению расходов воды в ее линиях и соответствующих потерь напора, отвечающих установившемуся потокораспределению [1].

Анализ выполненных исследований показал, что системы подачи и распределения воды является наибольшей и самой дорогой частью современных систем водоснабжения населенных пунктов. Они обеспечивают сбережение, подачу, транспортирование и распределение

воды между отдельными ее потребителями на территории объекта водоснабжения.

Большинство водопроводных труб эксплуатируется более 20 лет, что негативно отображается не только на их гидравлических характеристиках, но и на показателях надежности. Характерным в этом отношении является пример для водопровода г.Харькова (рисунок). Установлено, что с увеличением срока эксплуатации аварийность, особенно стальных труб, возрастает из-за их коррозии. Так, на трубы, которые эксплуатируются более 20 лет, приходится больше половины всех отказов из-за аварий, ликвидация которых требует раскопок. Среди других повреждений – разрушение стыковых соединений, переломы труб, их механические повреждения [2].



Относительное распределение труб по срокам эксплуатации  
(для водопровода г. Харькова)

В основу расчета потокораспределения в водопроводных сетях положен постулат о том, что распределение воды по линиям сети происходит в соответствии с законами Кирхгофа, которые должны выполняться для любого потокораспределения.

В соответствии с первым законом Кирхгофа в каждом узле должен соблюдаться материальный баланс, отвечающий принципу сплошности потока. Применительно к водопроводной сети это означает, что алгебраическая сумма расходов у любого узла сети равна нулю:

$$\sum q_{ik} - Q_i = 0. \quad (1)$$

По второму закону Кирхгофа требуется выполнение условия суммарного нулевого изменения перепадов давления (разностей потенциалов) в любом контуре системы. Для водопроводной кольцевой сети

это означает, что алгебраическая сумма потерь напора в любом рассматриваемом контуре  $i$ -й сети равна нулю:

$$(\sum S_{ik} q_{ik}^{\beta})_i = 0, \quad (2)$$

где  $q_{ik}$  – расходы по участкам водопроводной сети;  $Q_i$  – узловые отборы;  $S_{ik}$  – гидравлические сопротивления участков сети.

В том случае, если имеются характеристики водопитателей (насосных станций, резервуаров, башен и т.д.) и нефиксированных отборов, то в дополнение к уравнению (2) существуют гидравлические связи вида:

$$F(Q)_M - F(Q)_K = (\sum S_{ik} q_{ik}^{\beta})_{MK}, \quad (3)$$

где  $F(Q)_M$  и  $F(Q)_K$  – напорно-расходные характеристики водопитателей и нефиксированных отборов, расположенных в узлах  $M$  и  $K$ . Их взаимодействие осуществляется через потери напора  $(\sum S_{ik} q_{ik}^{\beta})_{MK}$ , в линиях сети, соединяющих эти узлы.

Обозначив число колец водопроводной сети через  $n$ , число узлов через  $m$ , число участков через  $p$  и число водопитателей и нефиксированных отборов через  $e$ , можно установить следующую зависимость между ними:

$$p = m + n + e - 1, \quad (4)$$

которая является следствием теоремы Эйлера о соотношении между числом граней, вершин и ребер выпуклых многогранников. Эта зависимость позволяет установить соотношение между числом уравнений первого и второго законов Кирхгофа при расчете кольцевой сети [3].

При заданных диаметрах возможно совершенно точное решение задачи о распределении расходов по сети. Искомые расходы  $q_{ik}$  (числом  $p$ ) находятся из совместного решения системы ( $p = m + n + e - 1$ ) уравнений первого и второго законов Кирхгофа, из которых  $(n + e)$  – нелинейных уравнений типа (2) и (3) и  $(m - 1)$  – линейных уравнений типа (1).

В том случае, если характеристик водопитателей и нефиксированных отборов нет, то уравнение (3) отсутствует, а общее число уравнений определяется соотношением ( $p = m + n - 1$ ).

Для разветвленных сетей, не имеющих колец, число уравнений определяется соотношением ( $p = m + e - 1$ ). При отсутствии характеристик водопитателей и нефиксированных отборов их число уменьшается до  $(m - 1)$ .

При выполнении расчетов по отысканию потокораспределения соблюдение линейного уравнения (1) обеспечивается на стадии предварительного потокораспределения. Удовлетворение уравнений (2) и (3) достигается поиском соответствующего им распределения расходов по линиям сети, который называют гидравлической увязкой. В том случае, если расчет проводится без учета характеристик водопитателей и нефиксированных отборов, то увязку называют внутренней; при учете их характеристик – внешней.

Полученные данные о распределении расходов по участкам сети и соответствующие им потери напора могут быть использованы для определения и корректировки параметров насосных станций, резервуаров, водонапорных башен и других целей.

1.Хорунжий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди. – К.: Вища школа, 1993. – 262 с.

2.Душкин С.С., Благодарная Г.И., Маслак В.Н., Зотов Н.И. Обоснование методики определения воды в системах городского водоснабжения // Тез. докл. XXXIII науч-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ХНАГХ. – Харьков. 2006. – С.167-170

3.Душкин С.С., Гриценко А.В., Внукова Н.В., Сорокина Е.Б. Водоснабжение, водоотведение и улучшение качества воды. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 154 с.

*Получено 03.11.2006*

УДК 628.33

С.М.ЭПОЯН, д-р техн. наук,

В.Е.СОРОКИНА, А.С.КАРАГЯУР, кандидаты техн. наук

*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

А.Я.ОЛЕЙНИК, д-р техн. наук

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

## **ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ**

Рассматриваются процессы, протекающие при обезвоживании осадков на иловых площадках. Приводится математическая модель динамики уровня иловой воды, учитывающая влияние климатических и технологических факторов.

На канализационных очистных сооружениях в результате механической и биологической очистки городских сточных вод образуются различные категории осадков, обработка которых является весьма сложной задачей.

В настоящее время для обезвоживания осадков городских сточных вод, несмотря на наличие сооружений механического обезвоживания, в основном применяются иловые площадки. Кроме того, при